

Atte Päckilä

**OMAKOTITALON JA VARASTOHALLIN LVI-JÄRJESTELMIEN
SUUNNITTELU**

OMAKOTITALON JA VARASTOHALLIN LVI-JÄRJESTELMIEN SUUNNITTELU

Atte Päckilä
Opinnäytetyö
Syksy 2014
Talotekniikan koulutusohjelma
Oulun ammattikorkeakoulu

TIIVISTELMÄ

Oulun ammattikorkeakoulu
Talotekniikan koulutusohjelma, suunnittelu

Tekijä: Atte Päckilä

Opinnäytetyön nimi: Omakotitalon ja varastohallin LVI-järjestelmien suunnittelu

Työn ohjaaja: Mikko Niskala

Työn valmistumislukukausi ja -vuosi: Syksy 2014 Sivumäärä: 24 + 10 liitettä

Tässä työssä laadittiin LVI-suunnitelmat omakotitaloon ja varastohalliin, sekä valittiin energiatehokkaat laitteistot. Tavoitteena oli tuottaa kustannustehokkaasti toteutettavat suunnitelmat ja mahdollisimman pienillä käyttökustannuksilla toimiva järjestelmä.

LVI-suunnitelmat laadittiin CADS- ohjelmalla mallintaen. Suunnitelmissa noudatettiin Suomen rakentamismääräyskokoelmaa. Laitevalinnat tehtiin laskelmien pohjalta investointikustannukset huomioiden.

Työn tuloksena saatiin toteutuskelpoiset suunnitelmat. Maalämpöpumpulle, vesi-ilmalämpöpumpulle ja sähkökattilalle laskettiin ensimmäisen kymmenen vuoden lämmityskustannukset sähkökattilaan verrattuna. Lämmityskustannuksissa huomioitiin ostoenergian tarve ja investointikustannukset. Lämmityskustannuksiltaan edullisimmaksi muodostui maalämpö. Kalleimmaksi jäi sähkökattila.

Asiasanat: LVI-järjestelmät, lattialämmitys, ilmanvaihto, vesi- ja viemärijärjestelmät, lämpöpumput.

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ	3
SISÄLLYS	4
1 JOHDANTO	5
2 LÄMMÖNLÄHTEIDEN VERTAILU	6
2.1 Vertailun lähtökohdat	6
2.2 Ostoenergian laskenta	7
2.3 Käyttökustannuksiltaan edullisimman lämmönlähteen valinta	8
3 KÄYTTÖVESI- JA VIEMÄRIJÄRJESTELMÄN SUUNNITTELU	10
3.1 Käyttövesijärjestelmän suunnittelu	10
3.1.1 Käyttövesiputkiston rakenne	10
3.1.2 Käyttövesilaitteiston toimintaperiaate	10
3.1.3 Putkiston mitoittaminen	11
3.2 Viemärijärjestelmän suunnittelu	12
4 LÄMMITYSJÄRJESTELMÄN SUUNNITTELU	14
4.1 Lämmityslaitteiston perusteet	14
4.2 Lattialämmitysjärjestelmän suunnittelu	14
4.3 Paisunta-astian ja varoventtiilin mitoitus	15
4.4 Kiertovesipumppujen toimintapisteet	15
4.5 Maalämmön keruupiirin mitoitus	17
5 ILMANVAIHTOJÄRJESTELMÄN SUUNNITTELU	18
5.1 Ilmamäärien mitoitus	18
5.2 Ilmanvaihtolaitteiden valinta	19
5.3 Kanaviston rakenne	20
6 YHTEENVETO	21
LÄHTEET	22
LIITTEET	24

1 JOHDANTO

Työssä suunnitellaan LVI-järjestelmät laitevalintoineen omakotitaloon ja varastohalliin. Lisäksi lasketaan käyttökustannuksiltaan edullisin lämmitysmuoto.

Työn tilaajana toimii Puroilta Oy, jonka käyttöön halli tulee. Puroilta Oy on vuonna 2010 perustettu LVI-alan yritys, joka jatkaa T:mi Mika Päckilän toimintaa.

Puroilta Oy urakoi LVI-alalla Oulun seudulla ja sen lähikunnissa.

Kohteeseen suunnitellaan 133 m²:n omakotitalo ja 124 m²:n halli (liite 1; liite 2).

Hallia käytetään LVI-tarvikkeiden varastointiin ja toimistotilana. Toimisto tulee tarjouslaskentaa ja muita yritystoiminnan paperitöitä varten. Molempiin rakennuksiin suunnitellaan lattialämmitys-, käyttövesi- ja ilmanvaihtojärjestelmät, sekä valitaan tekniset laitteistot. Suunnitelmien lisäksi vertaillaan eri lämmitystapojen kannattavuutta. Laitteiston valinnassa lähtökohtana ovat edulliset käyttökustannukset.

2 LÄMMÖNLÄHTEIDEN VERTAILU

Kohteeseen valitaan käyttökustannuksiltaan mahdollisimman edullinen lämmönlähde. Käyttökustannuksissa huomioidaan kuitenkin laitteiston investointikustannukset ja takaisinmaksuaika. Laitteen tulee kyetä lämmittämään omakotitalo ja hallirakennus mitoitusulkolämpötilassa $-32\text{ }^{\circ}\text{C}$ sekä tuottamaan omakotitalon lämmin käyttövesi. Vertailtavaksi otetaan suora sähkölämmitys sähkökattilan avulla, vesi-ilmalämpöpumppu ja maalämpöpumppu. Lämmönjakotapa kaikissa tapauksissa on vesikiertoinen lattialämmitys muunneltavuutensa vuoksi.

2.1 Vertailun lähtökohdat

Järjestelmien hankintakustannukset saadaan Puroilta Oy:ltä. Hinnat sisältävät lämmityslaitteen asennettuna tarvikkeineen. Maalämpöjärjestelmän hinnassa on laskettuna myös keruupiirin kaivuutyö. Vesi-ilmalämpöjärjestelmä maksaa 12 420 €, maalämpöjärjestelmä 12 900 € ja sähkökattilajärjestelmä 3 500 €. (1.) Lämmönjako on kaikissa vesikiertoinen lattialämmitys, joten siitä ei synny kustannuseroja lämmityslaitteiden välille.

Vertailuun tarvitaan rakennusten vuotuinen energiankulutus. Tässä työssä energiankulutus arvioidaan Suomen Lämpöpumpputekniikka Oy:ltä saadun mitoitusohjelman perusteella. Arvio ei kerro todellista kulutusta, mutta on riittävän tarkka vertailun suorittamiseksi. Lämmitysenergian tarve koostuu lämmityksen vaatimasta energiasta ja käyttöveden lämmittämiseen kuluvasta energiasta. Tässä kohteessa käyttöveden energiantarpeeksi arvioidaan 4 170 kWh ja lämmityksen energiantarpeeksi 27 230 kWh. Tästä saadaan kokonaisenergiankulutus 31 400 kWh, jota voidaan käyttää vertailuarvona. Sähköenergian hintana käytetään 10 snt/kWh.

Lämpöpumpulla ei välttämättä kyetä kattamaan kokonaan vuotuista lämmitysenergiantarvetta. Lämpöpumpun suhteellinen lämpöenergia ($Q_{LP}/Q_{L\text{lämmitys, tilat, LKV}}$) saadaan Lämpöpumppujen energialaskentaoppaasta (2, s. 7–9, taulukot 1 ja 2). Maalämpöpumppu mitoitetaan täysitehoiseksi, eli se ei tarvitse erillistä

lisälämmitystä. Ulkoilmalämpöpumppu mitoitetaan noin 80%:n osateholle. Suurehkon hallin vuoksi kohteen tilojen lämmityksen tarve on huomattavasti käyttöveden lämmitystarvetta suurempi, joten näiden lämmitysenergioiden suhteena voidaan käyttää taulukon suurinta arvoa 4. Lisäksi tarvitaan lämpöpumppujen hyötysuhteet eli SPF-luvut ostoenergian laskentaa varten. Hyötysuhteeseen vaikuttavat keruupiirin ja lämmönjakopiirin lämpötilat. Molemmissa tapauksissa lämmönjakopiirin lämpötila on 40 °C. Maalämpöpumpulle huomioidaan maasta tulevan nesteen lämpötila. Ulkoilmalämpöpumpun keruulämpötila muodostuu säävyöhykkeen 3 perusteella. Hyötysuhteet saadaan Lämpöpumppujen energialaskentaoppaasta (2, s.11, taulukot 5 ja 6). Taulukossa 1 esitetään lähtötiedot lämpöpumpulla tuotettavan energiamäärän laskentaa varten.

TAULUKKO 1. Lämmönlähteillä tuotettava energiamäärä kokonaisenergiasta ja hyötysuhteet käyttöveden tuotossa sekä lämmityksessä

	$Q_{LP}/Q_{\text{lämmitys, tilat, lkv}}$	SFP_{LKV}	SFP_{TILAT}
VILP	0,87	1,6	2,5
MLP	1,00	2,3	3,0
Suora sähkö	1,00	1	1

2.2 Ostoenergian laskenta

Lämpöpumpun tarvitsema energia saadaan laskettua hyötysuhteiden, laitteen tuottaman kokonaisenergian ja kokonaisenergiankulutuksen avulla (kaava 1).

$$W_{LP, LÄMMITYS} = Q_{LP, LÄMMITYS, TILAT} / SPF_{TILAT} + Q_{LP, LÄMMITYS, LKV} / SPF_{LKV} \quad \text{KAAVA 1}$$

$W_{LP, LÄMMITYS}$ = lämpöpumpun käyttämä kokonaisenergia (kWh)

$Q_{LP, LÄMMITYS, TILAT}$ = lämpöpumpun tuottama lämmitysenergia tiloihin (kWh)

$Q_{LP, LÄMMITYS, LKV}$ = lämpöpumpun tuottama energia käyttöveteen (kWh)

SPF_{TILAT} = lämpöpumpun SPF- luku tilojen lämmityksessä

SPF_{LKV} = lämpöpumpun SPF- luku käyttöveden lämmityksessä

Taulukossa 2 on yhteenvedona eri lämmönlähteiden tarvitsema energia ja tuottama energia. Energiamäärien laskennassa on huomioitu taulukosta 1 saatavat hyötysuhteet. Ostoenergian ja ilmaisenergian suhteita tarvitaan takaisinmaksuajan laskemiseen.

TAULUKKO 2. Lämmönlähteiden energiankulutus ja -tuotto

	Suora sähkö	MLP	VILP
Laitteen tuottama lämmitysenergia	31 400 kWh	31 400 kWh	27 318 kWh
Lisälämmityksen tarve	0 kWh	0 kWh	4 082 kWh
LKV ostoenergia	4 170 kWh	1 813 kWh	2 606 kWh
Tilojen lämmityksen ostoenergia	27 230 kWh	9 077 kWh	10 927 kWh
Ostoenergian kokonaistarve	31 400 kWh	10 890 kWh	17 615 kWh
Ilmaisenergia	0 kWh	20 510 kWh	13785 kWh

2.3 Käyttökustannuksiltaan edullisimman lämmönlähteen valinta

Lähtötietojen pohjalta lasketaan vuotuiset lämmityskustannukset eri lämmönlähteille. Lämpöpumppujen ilmaisenergian osuus voidaan huomioida säästönä sähkökattilaan verrattuna. Hankintakustannukset ovat kuitenkin lämpöpumpuilla korkeammat. Haettaessa edullisia käyttökustannuksia pääpaino lämmityslait-

teen valinnassa on vuotuisella energiankulutuksella. Laitteille lasketaan arvio ensimmäisten kymmenen vuoden lämmityskustannuksista (taulukko 3). Sähkökattila on hankintahinnaltaan edullisin lämmityslaitte, joten lämpöpumppujen lämmityskustannuksiin lisätään sähkökattilan ja lämpöpumpun hinnan erotus.

TAULUKKO 3. Lämmityskustannusvertailu

	sähkökattila	MLP	VILP
Investointikustannusten ero sähkökattilaan	0 €	9400 €	8920 €
Ostoenergian hinta kymmenelle vuodelle	31 400 €	10 890 €	17 615 €
Kokonaiskustannus kymmenelle vuodelle	31 400 €	20 290 €	26 535 €

Kymmenen ensimmäisen vuoden kustannusten perusteella maalämpö tulee edullisimmaksi. Tässä kohteessa maalämmön perustamiskustannukset ovat suhteellisen alhaiset keruupiirin edullisuuden vuoksi. Keruupiirinä voidaan käyttää tontille asennettavaa vaakaputkistoa, mikä on huomattavasti porakaivoa edullisempi. Porakaivolla toteutettaessa kustannusero vesi-ilmalämpöpumppuun verrattuna pienenee huomattavasti. Vertailussa ei ole huomioitu korkoa tai huoltokuluja. Sähkökattilan huoltokustannukset ovat edullisimmat, vesi-ilmalämpöpumpun kalleimmat. Hallin käyttövesi lämmitetään kaikissa tapauksissa suoralla sähköllä. Käyttöveden kulutus hallissa on erittäin vähäistä, joten sitä ei ole huomioitu laskennassa.

3 KÄYTTÖVESI- JA VIEMÄRIJÄRJESTELMÄN SUUNNITTELU

Tässä luvussa suunnitellaan rakennusten käyttövesi- ja viemärilaitteistot ja niiden toimintaperiaate. Lopputuloksena tuotetaan suunnitelmat, joiden perusteella käyttövesiputkisto ja viemärointi voidaan toteuttaa (liite 3; liite 4). Määräykset järjestelmien suunnitteluun saadaan Suomen rakentamismääräyskokoelman osasta D1 (3, liite 4). Liittymiskoot kunnallistekniikkaan saadaan Kempeleen vesihuolloilta. Viemärin liittymisputki on 110 mm:n muoviviemäri ja tonttivesijohto 40mm:n PEH-10-putkea. (4.)

3.1 Käyttövesijärjestelmän suunnittelu

3.1.1 Käyttövesiputkiston rakenne

Käyttövesijärjestelmä toteutetaan pääosin muoviputkella. Kylmävesiputket sijoitetaan maanvaraiseen alapohjaan täyttöhiekkaan. Näin varmistetaan veden pysyvän riittävän viileänä estämään legionellabakteerin kasvaminen. Lämminvesiputket sijoitetaan alapohjaan betonivalun alle päällimmäiseen styrox-kerrokseen lämpöhäviöiden minimoimiseksi. Jakotukit sijoitetaan tekniseen tilaan lämmönlähteen läheisyyteen. Lopullinen sijoituspaikka tarkistetaan työmaalla. Teknisen tilan putkivedot toteutetaan kupariputkella pinta-asennuksena.

Rakenteiden sisään jäävät putket asennetaan suojaputkeen, jotta ne ovat vaihdettavissa ja mahdolliset vuodot eivät pääse rakenteisiin. Putket piilotetaan seinärakenteiden sisään ja tuodaan seinän pinnalle hanakulmarasioilla. Hanakulmarasia tiivistyy tiukasti suojaputkeen, jotta mahdollinen vuoto tulee ilmi huone-tilaan suojaputkea pitkin. Tämän ansiosta vuotoon voidaan reagoida heti ja välttää rakenteiden huomaamattomasti sisään kehittyvä kosteusvaurio.

3.1.2 Käyttövesilaitteiston toimintaperiaate

Omakotitaloon ja halliin rakennetaan erilliset käyttövesijärjestelmät. Hallissa lämmintä käyttövettä tarvitaan hyvin vähän ja käyttö on satunnaista. Lämpimän veden johtaminen halliin vaatisi erillisen kiertojohdon. Kiertojohdon lämpöhävi-

öiden takia on järkevää asentaa halliin oma pieni sähkökäyttöinen lämmin-vesivaraaja ja rakentaa sinne erillinen käyttövesijärjestelmä. Käyttöveden kiertojohtoa ei tarvita näin ollen hallirakennuksen vuoksi.

Omakotitalon putkitus suunnitellaan CADS-ohjelmistolla siten, että jokaiselle kalusteelle saadaan riittävä virtaama haitallista odotusaikaa ylittämättä. Suomen rakentamismääräyskokoelman osan D1 mukaan haitallinen odotusaika saa olla enintään noin 10 sekuntia. Yksittäisen harvoin käytetyn vesikalusteen odotusaika voi kuitenkin olla enintään 30 sekuntia. (3, Ohje 2.3.10.1.) Tässä kohteessa putkisto on mahdollista toteuttaa kokonaan ilman erillistä kiertojohtoa.

Omakotitalon käyttöveden lämmittämisestä vastaa maalämpöpumppu. Maalämpöpumpuksi valitaan tulistustekniikkaa käyttävä Lämpöässä Vm - maalämpöpumppu. Tulistustekniikalla toimivassa pumpussa on kaksiosainen varaaja, jonka alaosa on lämmitystä ja yläosa käyttöveden loppukuumentamista varten. Alaosa lämmitetään lauhdutusenergialla ja yläosa tulistuneesta kuuma-kaasusta saatavalla energialla. Käyttövesi lämmitetään kaksiosaisella kierukalla. Aluksi kylmä vesi lämpenee viileämmässä varaajan alaosassa ja kuumennetaan lopulliseen käyttölämpötilaansa varaajan yläosassa. Käyttövesijärjestelmä varustetaan syöttösekoitusventtiilillä, joka tasaa lämpimän käyttöveden lämpötilavaihtelut.

3.1.3 Putkiston mitoittaminen

Kohteeseen valitaan vesikalusteet eri vesipisteille ja niiden mitoituksessa käytettävät normivirtaamat Suomen rakentamismääräyskokoelman osan D1 mukaan. Käyttövesiputkien jakojohtojen suurin sallittu virtausnopeus on 2 m/s. Lisäksi kalusteelle saatavan virtaaman tulee olla 70–150 % mitoitusvirtaamasta. (3, liite 2.) Nämä lähtötiedot syötetään CADS-suunnitteluohjelmaan, joka mitoittaa käyttövesiputkien koot sekä laskee toteutuvat virtaamat ja odotusajat. Toteutuneet virtaamat löytyvät vesi- ja viemärisuunnitelmasta. Suurin haitallinen odotusaika on 10 sekuntia, mikä pysyy määräysten rajoissa.

Hallin vesikalusteina ovat ainoastaan wc-pytty ja pesuallas. Ne sijoitetaan samaan tilaan vesivaraajan kanssa, joten putkivedot ovat lyhyitä. Odotusaikaa ei tämän vuoksi tarvitse erikseen laskea. Vesipisteiden normivirtaamat ovat $0,1 \text{ dm}^3/\text{s}$, joten vaadittava putkikoko kupariputkella on hallissa $12 \times 1,0 \text{ mm}$ putkive-tojen ollessa alle 3 m. (3, liite 2, taulukko 4). Näin olleen hallin käyttövesiputket vedetään wc-tilan seinällä pinta-asennuksena kromatulla kupariputkella.

3.2 Viemärijärjestelmän suunnittelu

Viemäriin mitoituksessa huomioidaan vesipisteiden käytön todennäköinen samanaikaisuus. Viemäriin mitoitusvirtaama on siis pienempi kuin siihen liittyvien normivirtaamien summa. Täytyy kuitenkin huomioida, ettei mitoitusvirtaama saa olla pienempi kuin suurin viemäriin liitetty normivirtaama. Talon mitoitusvirtaamaksi muodostuu $1,4 \text{ dm}^3/\text{s}$. Wc-istuimen normivirtaama on $1,8 \text{ dm}^3/\text{s}$, joten sitä käytetään vaakakokoojaviemäriin mitoitusperusteena.

Viemäripisteen tulee kyetä viemäroimään 1,5-kertaisesti siihen johdetut vesipisteiden virtaamat. Wc-istuinten kytkentäviemäriin koko on aina DN100. Lattiakaivojen ja pesualtaiden mitoitusvirtaama on enimmillään $1,2 \text{ dm}^3/\text{s}$, joten niiden kytkentäviemärien kooksi tulisi DN50. Niiden kokoa kuitenkin suurennetaan sillä maassa kulkevat viemärit ovat vähintään DN70-kokoisia. Tuuletusviemäriin koko on DN100. Vaakakokoojaviemäriin pienin sallittu kaltevuus on 2 % ja kytkentäviemärien 1 %. (3, liite 4). Tässä kohteessa kaikki viemärit suunnitellaan vähimmäiskaltevuudella 2 %. Astianpesukoneen ja pyykinpesukoneen poistot viemäroidään pesualtaiden hajulukkoihin.

Viemäriputkisto kulkee maassa. Putkiston materiaalina käytetään muoviputkea. Lattiakaivoina käytetään Vieserin valmistamia pystykaivoja, joissa on lähdöt DN32 muoviputkelle. Saunan kuivakaivon putki kulkee lattiaeristeiden yläpuolella lattiavalussa pesuhuoneen märkäkaivolle. Halliin suunnitellaan kaksi kappaletta hiekan- ja öljynerotuskaivoja 40 dm^3 :n erotustilavuudella. Kaivot asennetaan varalle, mikäli hallia halutaan myöhemmässä vaiheessa käyttää au-

tosuojana. Kaivojen tilavuus riittää jopa neljälle autopaikalle, joten niissä on myös hieman ylimitoitusta (3, liite 6, taulukko 4).

Sadevesiviemärit mitoitetaan kattopinta-alan mukaan. Vaakasuoralle pinnalle projisoituna pinta-alaa on yhteensä noin 350 m². Mitoitustiedot saadaan Suomen rakentamismääräyskokoelman osasta D1. Sadevesikaivosta lähtevän putken pienin koko on DN100. Mitoitusvirtaama 5,5 dm³/s saadaan liitteen 7 kuvasta 1. Kuvasta 2 nähdään, että DN100 putki riittää koko mitoitusvirtaamalle vähimmäiskaltevuudella 1,2 %. (3, liite 7.)

4 LÄMMITYSJÄRJESTELMÄN SUUNNITTELU

Luvussa 4 suunnitellaan lattialämmityssuunnitelmat (liite 5; liite 6; liite 7) ja mitoitetaan lämmityslaitteisto.

4.1 Lämmityslaitteiston perusteet

Omakotitalolle ja hallille suunnitellaan omat säätöpiirit, koska puolilämpimään halliin riittää viileämpi menovesi kuin talon lämmitykseen. Valittuun maalämpöpumppuun on mahdollista saada tehdasasenteisesti kaksi erillistä säätöpiiriä. Erillisen säätöpiirin ansiosta omakotitalon säätöjä ei tarvitse muuttaa, vaikka hallin sisälämpötilaa muutettaisiin. Lämmityksen menoveden lämpötilaa säädetään molemmissa piireissä säätökäyrän avulla. Menoveden lämpötila muuttuu suhteessa ulkolämpötilaan.

Rakennusten eri tiloille lasketaan lämpöhäviöt CADS-ohjelmalla. Laskennassa huomioidaan rakenteiden u-arvot. Tiloihin mallinnetaan ohjelmalla myös ovet ja ikkunat, jotta saadaan tarkat huonekohtaiset lämpöhäviöt. CADS ei huomioi kylmäsiltoja, joten nurkka huoneiden lämpöhäviöihin asetetaan ohjelmassa kerroin 1,2 lämmitystehon riittävyyden varmistamiseksi.

4.2 Lattialämmitysjärjestelmän suunnittelu

Lattialämmityspiirit mitoitetaan laskennallisten lämpöhäviöiden mukaan. Tiloihin pyritään saamaan omat putki piirit säädettävyyden parantamiseksi. Putkien virtaus tulee saada turbulenttiseksi. Turbulenttisen virtauksen lämmönluovutusteho on huomattavasti laminaarista parempi. Turbulenttisuus saadaan varmistettua CADS-ohjelman lattialämmitysmitoituksella.

Tilojen reuna-alueille suunnitellaan tiheämmät putkitusalueet reunan suurempien lämpöhäviöiden vuoksi. Jakotukit varustetaan linjasäätöventtiileillä ja piiri-kohtaisilla säädöillä. Kosteat tilat varustetaan omalla jakotukilla, jotta kierto voidaan jättää kesäksi päälle lattioiden kuivaamisen vuoksi. Oleskelutiloihin asennetaan huonetermostaatit lämpötilan säätöä varten. Tilat, joihin tulee laattalattia

jätetään ilman termostaattia jatkuvalle kierrolle käyttömukavuuden vuoksi. Termostaatin sulkeutuessa laattalattia voi muuten kylmetä ja tuntua epämukavalta.

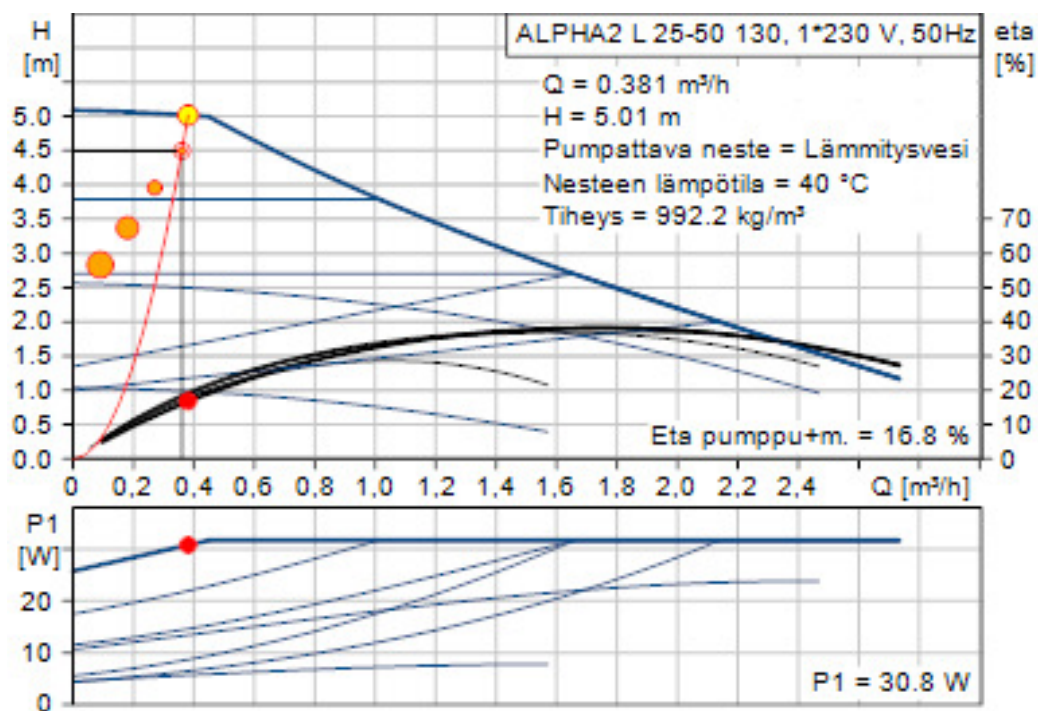
4.3 Paisunta-astian ja varoventtiilin mitoitus

Paisunta-astia mitoitetaan CADS-ohjelmalla. Paisunta-astia mitoitetaan verkoston lasketulla tilavuudella 850 l. Suurimmaksi käyttöpaineeksi valitaan lämminvesivaraajan suurin käyttöpaine 1,5 baria. Esipaineeksi valitaan 0,5 baria. Mitoitustilavuudeksi saadaan 12,7 litraa, joten valitaan seuraava lähin koko 18 litraa.

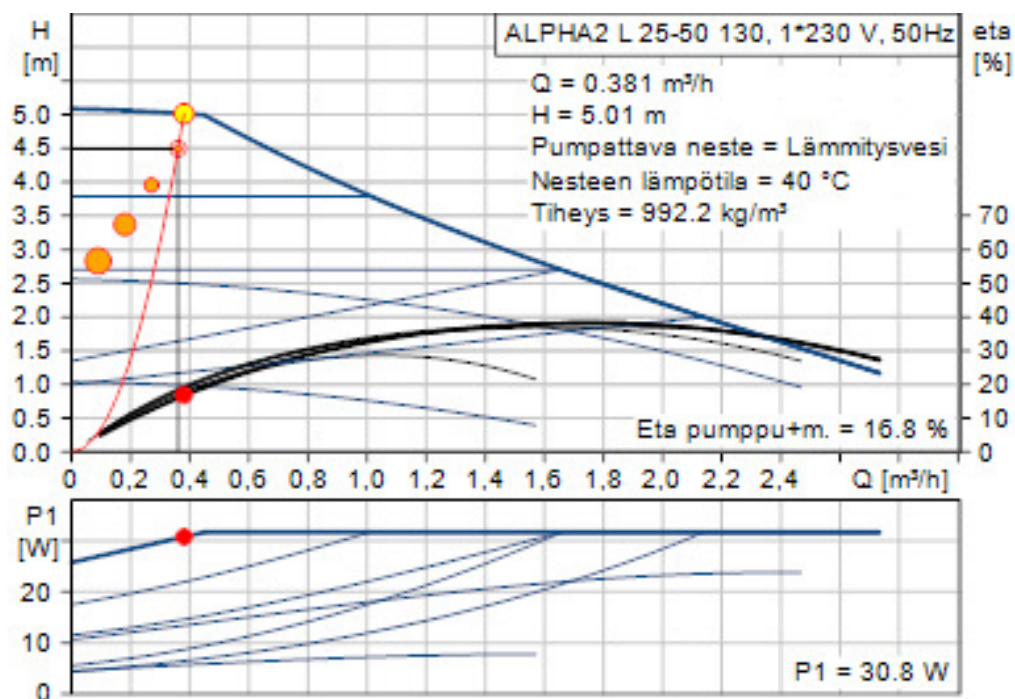
Varoventtiiliksi valitaan DN15-venttiili avautumispaineella 1,5 baria. Valmistajien taulukoiden mukaan sen ulospuhallusteho on useimmilla valmistajilla yli 100 kW, joten se on kohteen laitteistolle hyvinkin riittävä.

4.4 Kiertovesipumppujen toimintapisteet

Lämmönjakopiirien kiertovesipumput mitoitetaan pumpun nostokorkeuden ja virtaaman mukaan. Virtaamat ja painehäviöt saadaan lämmitysmitoituksesta. Halliin maan alla menevän syöttöjohdon pituutta ei tiedetä tarkasti joten sen painehäviö täytyy arvioida. Syöttöjohdon painehäviö 66 Pa/m Thermo twin 25x2,3 mm:n putkelle saadaan Uponorin taulukosta (5, s.13). Putken pituudeksi arvioidaan 2x25 m, joten painehäviöksi saadaan 3,3 kPa. Näillä tiedoilla saadaan kiertovesipumppujen toimintapisteet (kuva 1; kuva 2).



KUVA 1. Omakotitalon kiertovesipumpun toimintapiste



KUVA 2. Hallin kiertovesipumpun toimintapiste

4.5 Maalämmön keruupiirin mitoitus

Maalämmön keruupiiri asennetaan vaakaputkistona tontille (Liite 6). Tontin maaperä on märkää vanhaa peltomaata. Keruupiirin kannalta mahdollisimman märkä maaperä on otollisin lämmön keräämiseen, joten tontin maaperä sopii vaakaputkistolle hyvin.

Keruupiiri mitoitetaan lämmitystehon ja lämmitysenergian tarpeen mukaan. Niben pientalojen maalämpöpumppuoppaasta saadusta taulukosta saadaan mitoitusperusteet (7, s. 20). Keruupiirin tulee olla vähintään 700 m pitkä. Varmistuksena pituuteen lisätään 100 m ja tehdään yhteensä 800 m pitkä keruupiiri. Keruuputket asennetaan noin 1,2 m:n syvyyteen 1,5 m:n välein. Pinta-alaa vaaditaan siis noin 1200 m².

5 ILMANVAIHTOJÄRJESTELMÄN SUUNNITTELU

5.1 Ilmamäärien mitoitus

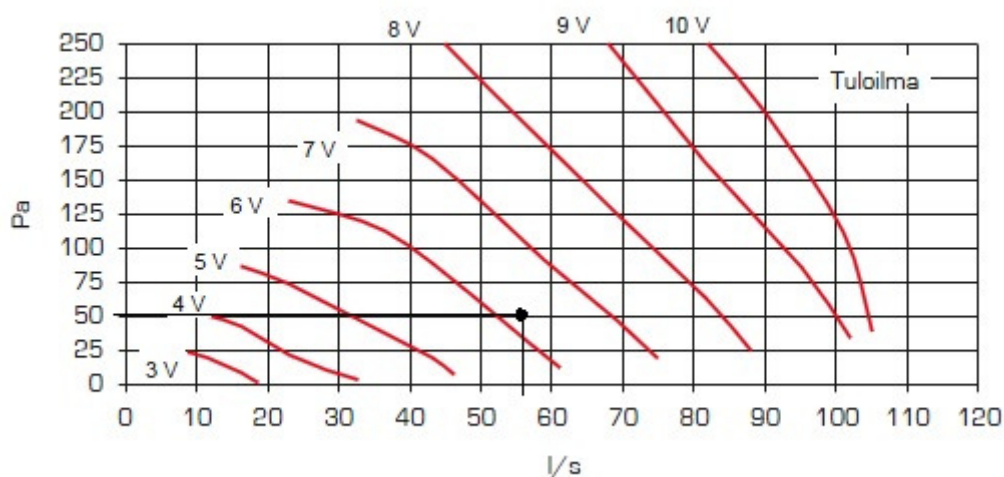
Ilmamäärät mitoitetaan Suomen rakentamismääräyskokoelman osan D2 mukaan (taulukko 4). Asunnon ilmanvaihtokertoimen tulee olla vähintään 0,5 1/h. Saunan ulko- ja poistoilmavirran ollessa samat niitä ei huomioida ilmanvaihtokerrointa laskettaessa. (5, liite 1, taulukko 1.) Asunnon ilmatilavuuden ollessa 332,5 m³ poistoilmavirran tulee olla vähintään noin 47 dm³/s. Ilman saunan ilmavirtoja poistoilmavirraksi jää 49 dm³/s. Ilmanvaihdon tehostus toteutetaan liesituulettimella.

TAULUKKO 4. Tilojen ilmavirrat dm³/s

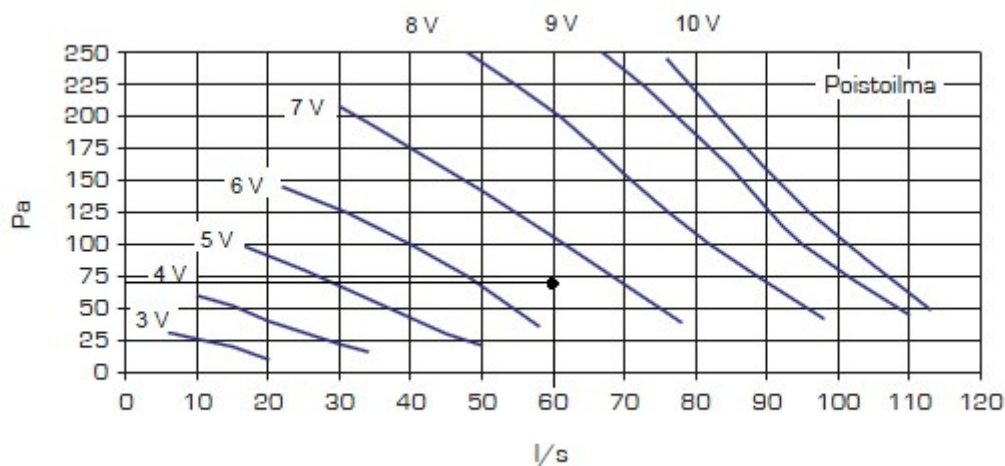
	Ulkoilmavirta	Poistoilmavirta
Keittiö		-10
Kodinhuoltohuone		-8
Makuuhuone 1	+12	
Makuuhuone 2	+7	
Makuuhuone 3	+6	
Olohuone	+20	
Pesuhuone		-10
Sauna	+11	-11
WC1		-8
WC2		-8
Vaatehuone		-5
Yhteensä	+56	-60

5.2 Ilmanvaihtolaitteiden valinta

Ilmanvaihtokoneeksi valitaan Iloxairin 89 R Optima. Sen lämmöntalteenotto on varustettu hyvällä hyötysuhteella toimivalla ristivirtakennolla. Ilmanvaihtokanavien kokonaispainehäviön ja ilmavirran perusteella saadaan puhaltimien toimintapisteet (kuva 3; kuva 4)



KUVA 3. Tuloilmapuhaltimen toimintapiste



KUVA 4. Poistoilmapuhaltimen toimintapiste

Päätelaitteina käytetään Fläktwoodsien KSO-, KSO-S- ja KTS-venttiileitä. Ulospuhallushajottimena katolla käytetään jäteilmalle Vilpe 160P/ER/700- ja liesituulettimeille Vilpe 125P/ER/700 -ulospuhallusputkia. Ulkoilmasäleikkö mitoitetetaan korkeintaan otsapintanopeudelle 2,0 m/s (5, 3.8.4.1). Säleiköksi valitaan Linda-

bin valmistama YGC-250. Säleikön otsapintanopeus mitoitusulkoilmavirralla on 1,2 m/s. Äänenvaimentimiksi valitaan Fläktwoods BDER-30-016-090-mallit. Vaimennusteho tarkistetaan CADS-ohjelman äänilaskennalla. CADS laskee huoneiden äänenpainetasot puhaltimien äänien, äänenvaimentimien vaimennustehon ja kanaviston perusteella.

5.3 Kanaviston rakenne

Ilmanvaihtokanavisto sijoitetaan yläpohjan puhallusvillojen sekaan. Keittiön liesituulettimen poistokanavan palonkestävyys ullakon osalla on EI30 (8, 3.2). Ilmanvaihtokanavat eristetään yläpohjassa mineraalivillalla. Ulkoilmakanavan eristeen tulee sisältää kondenssieriste. Kaikkien 125 mm:n–160 mm:n ulko-, tulo- poistoilmakanavien eristysvaatimus on 80 mm. 100 mm:n tulo- ja poistoilmakanaville vaaditaan 50 mm:n eristepaksuus. Jäteilmakanaville kokoluokassa 125 mm–160 mm vaaditaan 30 mm:n eristys. (9, s. 6–7.) Tässä kohteessa kaikki tulo- ja poistoilmakanavat eristetään 2x50 mm mineraalivillamatolla. Ulkoilmakanavan eristyspaksuus on sama. Eristeenä käytetään kondenssieristeen sisältävää eristettä. Jäteilmakanava eristetään 50 mm:n mineraalivillalla. Liesituulettimen poistoputkessa tulee huomioida paloeristys, joten se eristetään 50 mm:n palovillamatolla (9, s.11).

6 YHTEENVETO

Työn tavoitteena oli suunnitella LVI- järjestelmät omakotitaloon ja varastohalliin. Lisäksi haluttiin selvittää käyttökustannuksiltaan edulliset lämmityslaitteet. Kohteen rakentaminen on tarkoitus aloittaa keväällä 2015.

Työn tuloksena saatiin LVI- suunnitelmat ja perustellut laitevalinnat. Laitevalinnat tehtiin laskelmien perusteella. Näin saatiin varmistettua edulliset käyttökustannukset. Suunnitelmien laatiminen vaati tunnollista perehtymistä vallitseviin määräyksiin ja ohjeisiin. Lämmityslaitteeksi valittiin maalämpöpumppu. Valinta suoritettiin ostoenergian tarpeen ja investointikustannusten perusteella. Lämmönlähteille laskettiin kymmenen ensimmäisen vuoden lämmityskustannukset sähkökattilaan verrattuna. Maalämpö oli edullisin ja sähkökattila kallein.

Laitevalintojen laskelmiin käytettiin ajan puutteen vuoksi karkeita arvioita, mikä vaikuttaa lopputulosten tarkkuuteen. Näin saatiin kohtuullisella tarkkuudella vertaillua eri lämmönlähteitä. Tarkempien laskelmien perusteella olisi kuitenkin voinut vertailla valmiin rakennuksen energiankulutusta laskennalliseen kulutukseen.

LÄHTEET

1. Päckilä, Mika 2014. Toimitusjohtaja, Puroilta Oy. Puhelinhaastattelu 9.12.2014.
2. Lämpöpumppujen energialaskentaopas 3.10.2012. Ympäristöministeriö. Saatavissa: <http://www.ym.fi/download/noname/%7B10A732A6-EA2F-45F9-869C-6F909138CB26%7D/30757>. Hakupäivä 4.12.2014
3. D1 (2007). 2007. Kiinteistöjen vesi- ja viemärlaitteistot. Määräykset ja ohjeet 2007. D1 Suomen rakentamismääräyskokoelma. Helsinki: Ympäristöministeriö, Asunto- ja rakennusosasto. Saatavissa: http://www.finlex.fi/data/normit/28208-D1_2007.pdf. Hakupäivä 3.12.2014.
4. Lahtinen, Harri 2014. Verkostopäällikkö, Kempeleen vesihuolto Oy. Puhelinhaastattelu 17.12.2014.
5. D2 (2012). 2011. Rakennusten sisäilmasto ja ilmanvaihto. Määräykset ja ohjeet 2012. D2 Suomen rakentamismääräyskokoelma. Helsinki: Ympäristöministeriö, Rakennetun ympäristön osasto. Saatavissa: http://www.finlex.fi/data/normit/37187-D2-2012_Suomi.pdf. Hakupäivä 15.12.2014.
6. NIBE MLP-Opas 1442-8, Pientalojen maalämpöpumppuopas. Saatavissa: <http://www.nibe.fi/upload/haato/Ohjeet/PIENTALOJEN%20NIBE%20MLP%20OPAS%201442-8.pdf>. Hakupäivä 15.12.2014.
7. Eristetyt putkistojärjestelmät, Suunnittelu ja asennus. 2011. Uponor. Saatavissa: <https://www.uponor.fi/handler/directdownload.ashx?did=7DAA671803FB4ADEBF4C28EE5A5E1EB5>. Hakupäivä: 15.12.2014.

8. E7 (2004). 2003. Ilmanvaihtolaitteistojen paloturvallisuus. Ohjeet 2004. E7 Suomen rakentamismääräyskokoelma. Helsinki: Ympäristöministeriö, Asunto- ja rakennusosasto. Saatavissa: <http://www.finlex.fi/data/normit/17076-E7s.pdf>. Hakupäivä 16.12.2014.
9. LVI 50-10345. 2002 Taloteknisten eristysten mitoitus ja käyttö. Rakennustietosäätiö RTS ja LVI-keskusliitto ry.

LIITTEET

Liite 1 Omakotitalon pohjakuva

Liite 2 Hallin pohjakuva

Liite 3 KVV- asemapiirros

Liite 4 Omakotitalon vesi- ja viemärisuunnitelma

Liite 5 Hallin viemärisuunnitelma

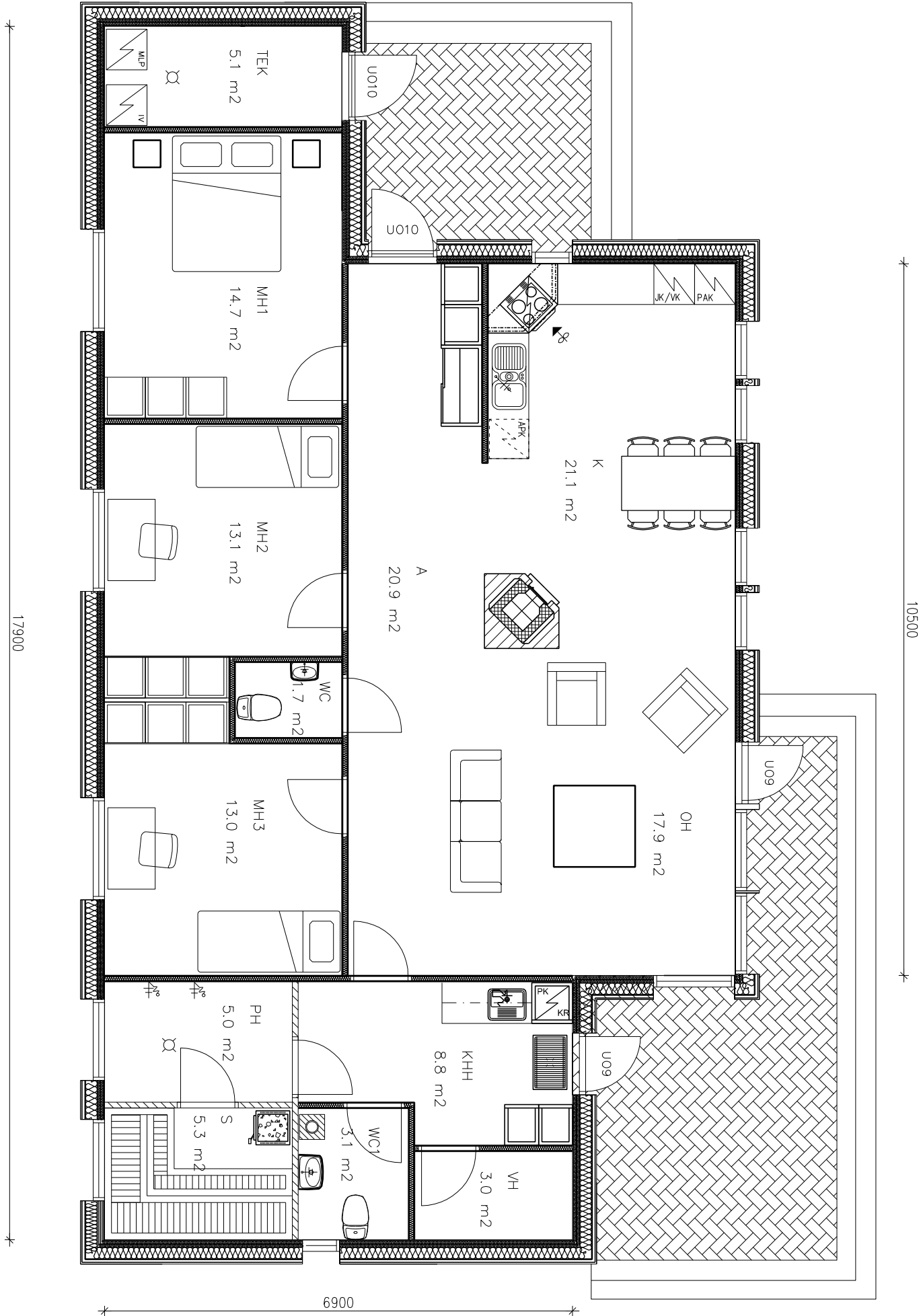
Liite 6 Lämmityksen asemapiirros

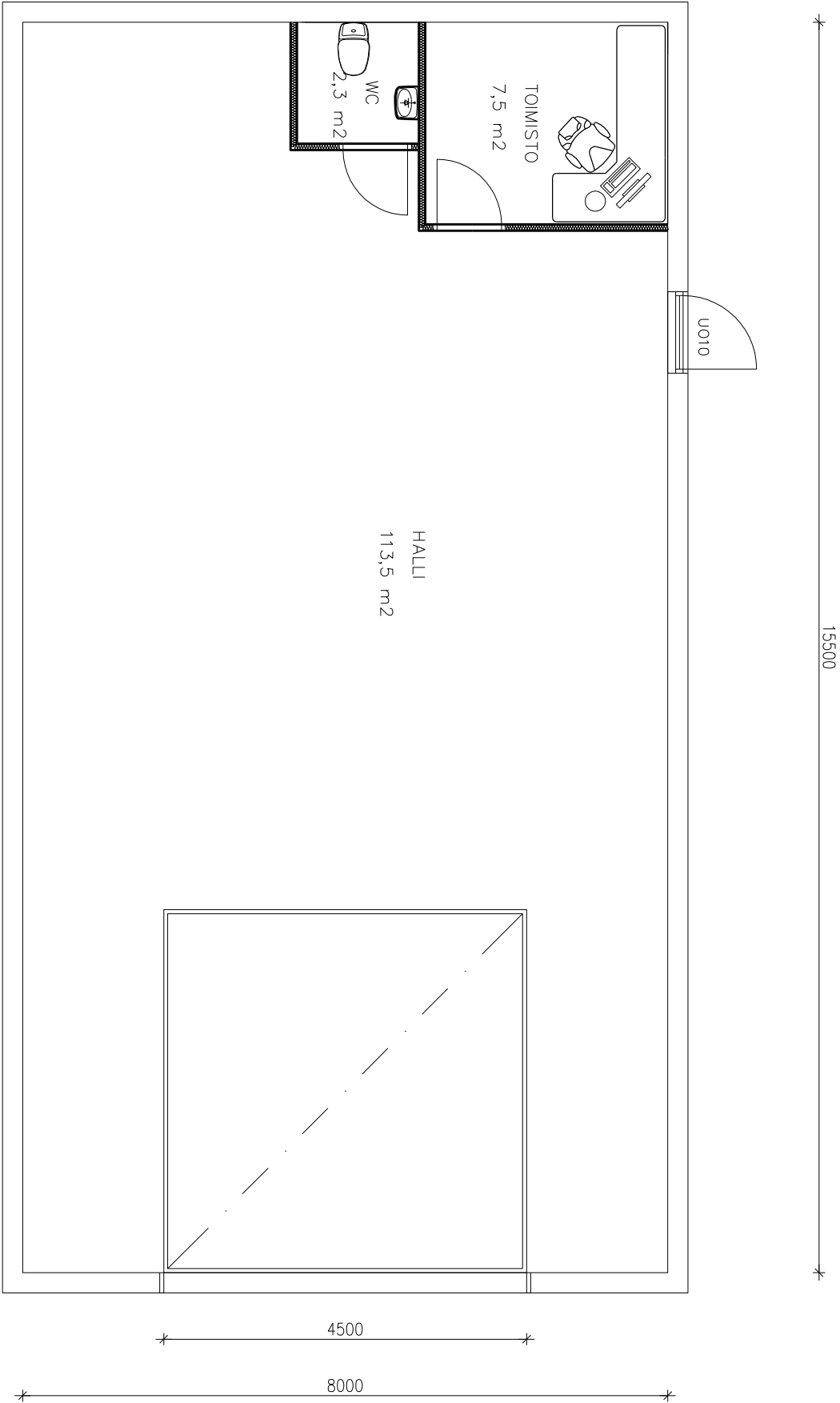
Liite 7 Omakotitalon lattialämmityssuunnitelma

Liite 8 Hallin lattialämmityssuunnitelma

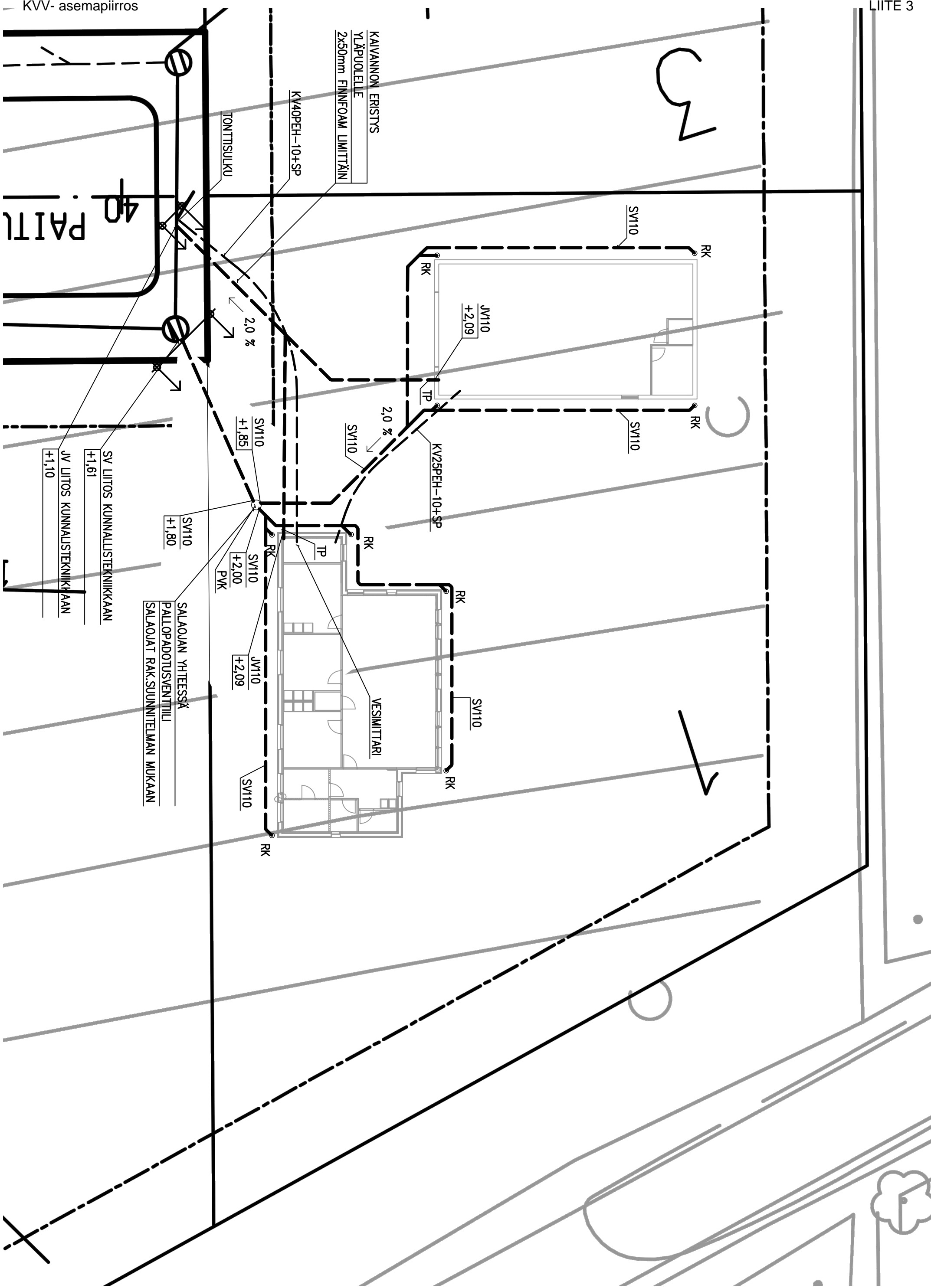
Liite 9 Lattialämmityksen säätöarvotaulukot

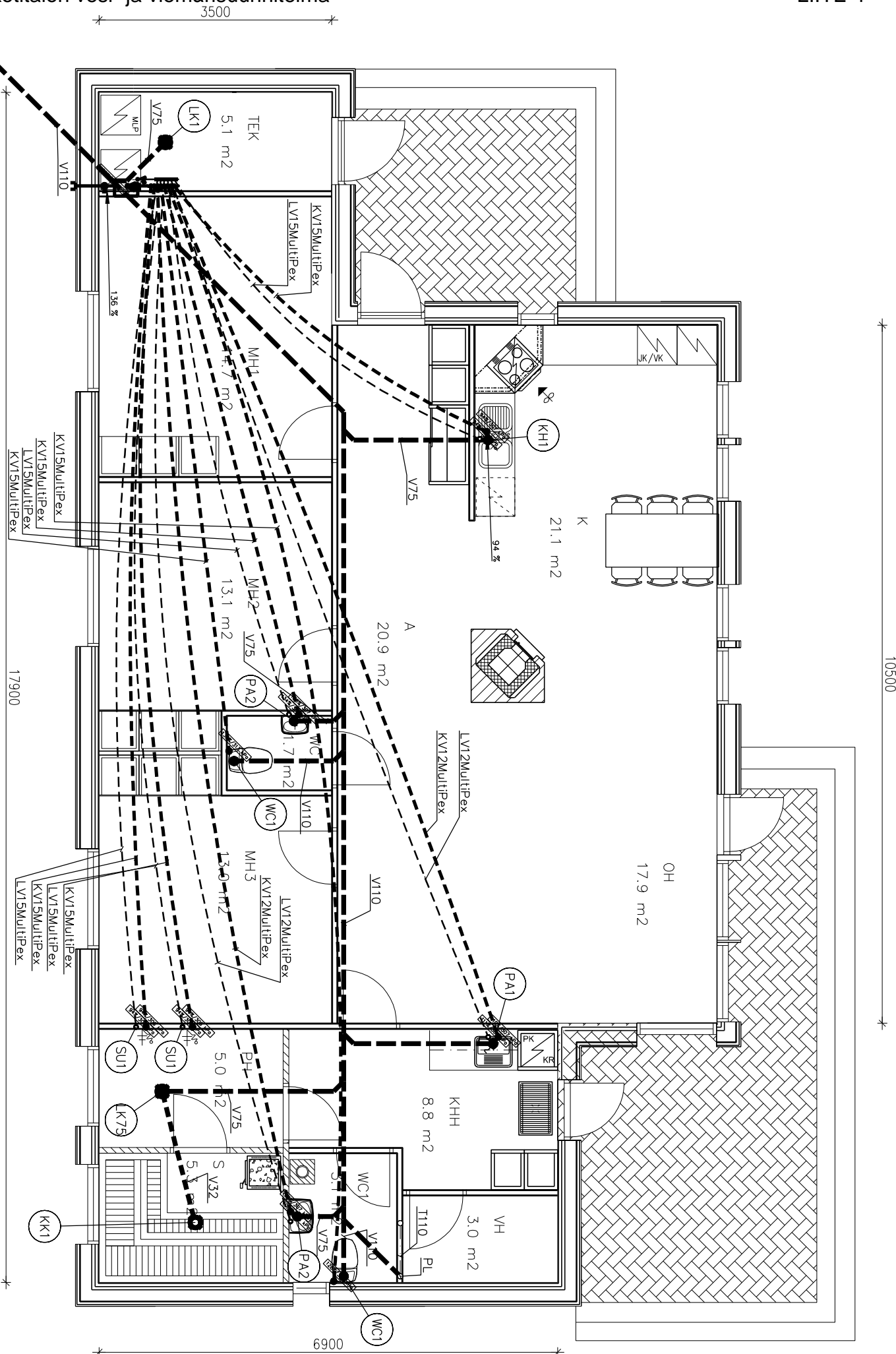
Liite 10 Omakotitalon ilmanvaihtosuunnitelma



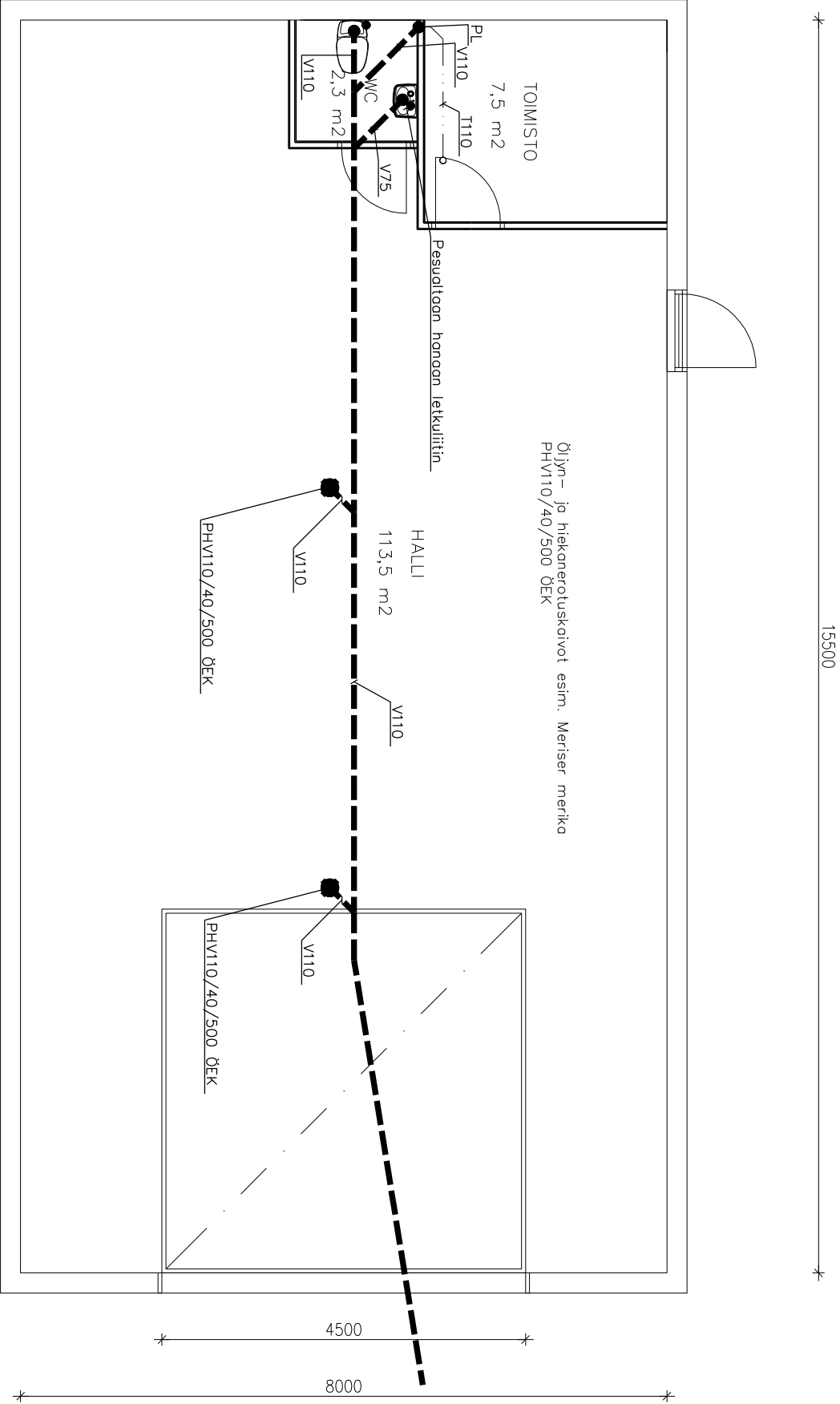


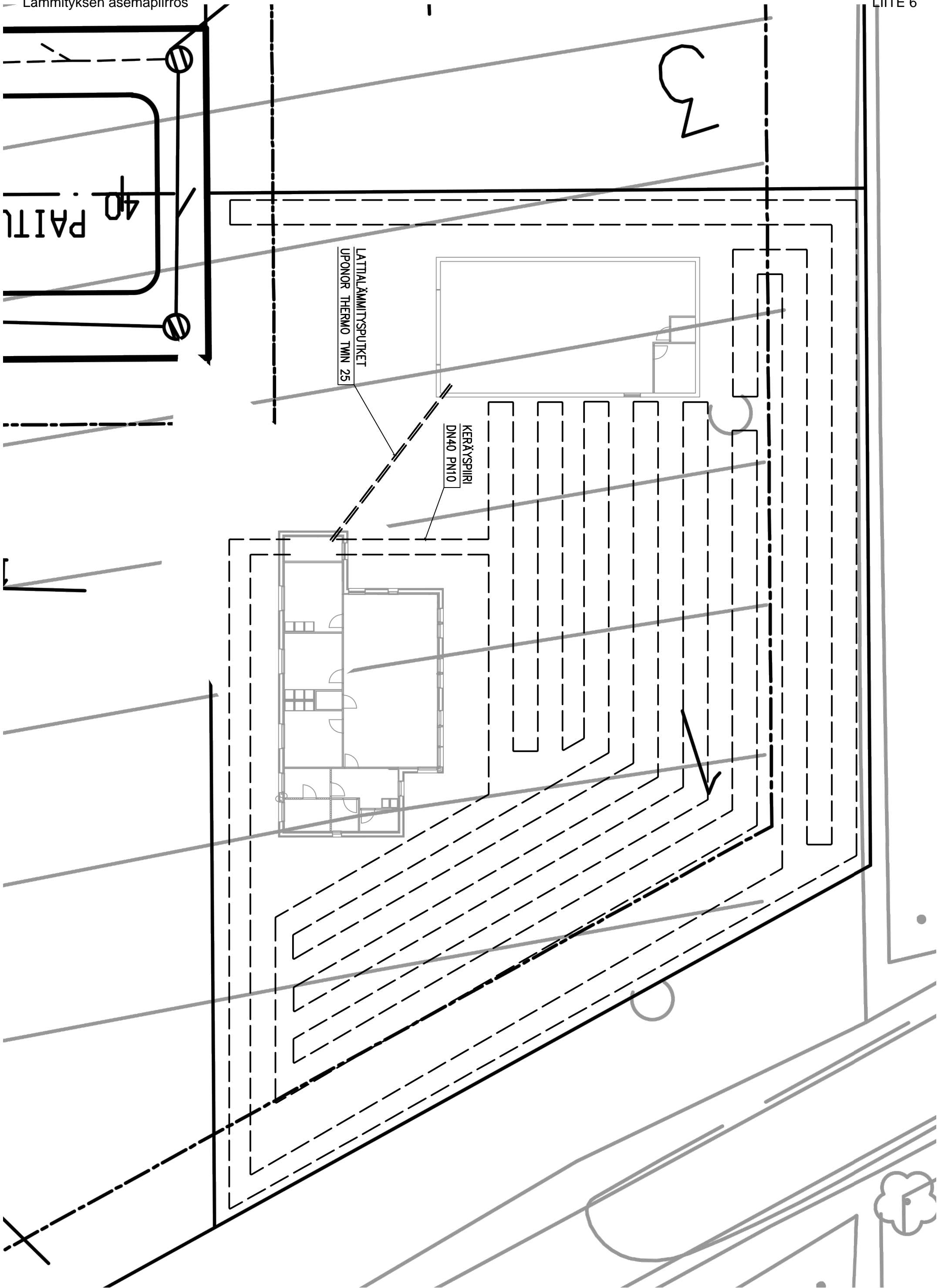
PAITI



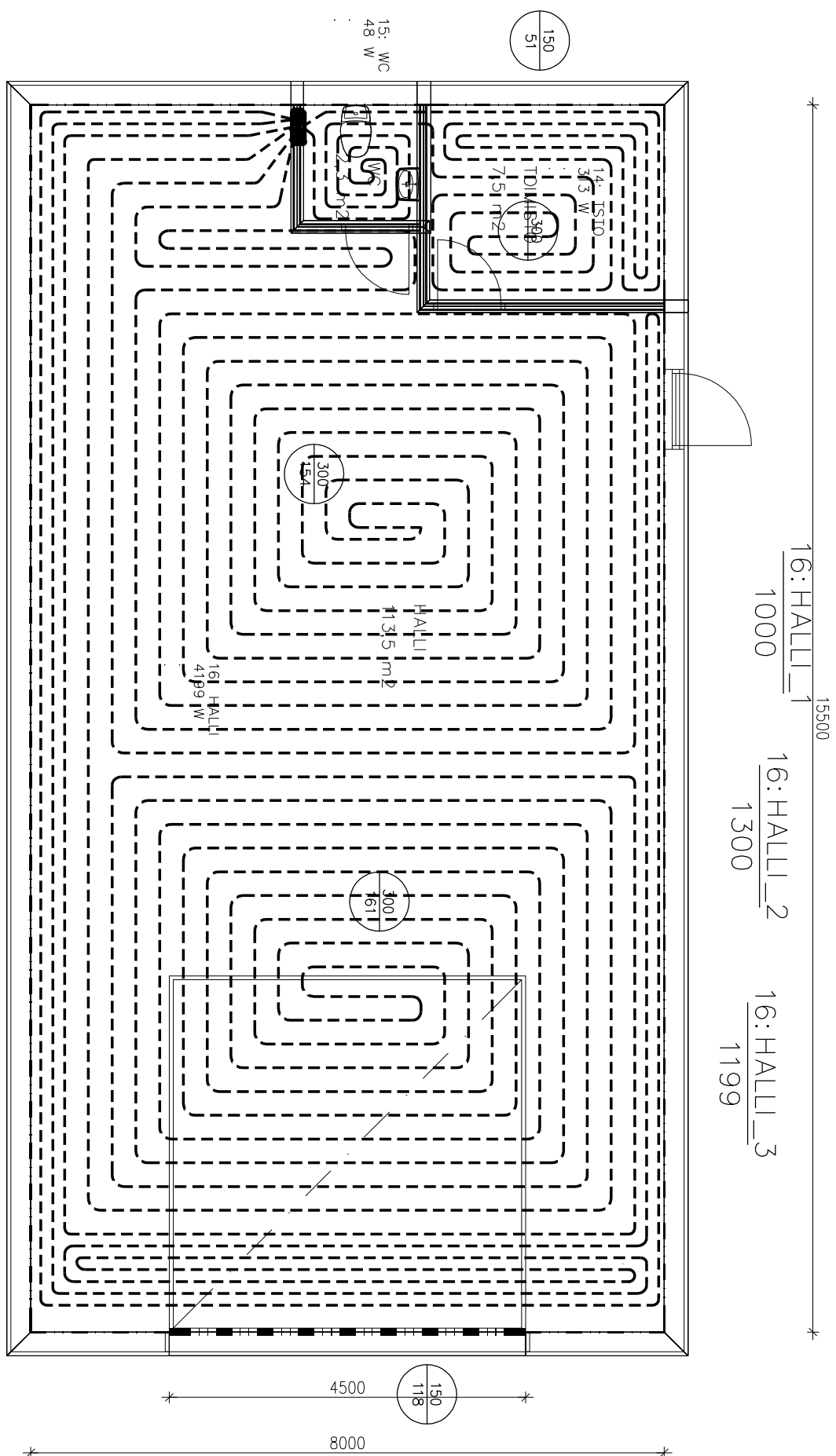


BRUTTOPINTA-ALA 156 m2
NETTOPINTA-ALA 133 m2





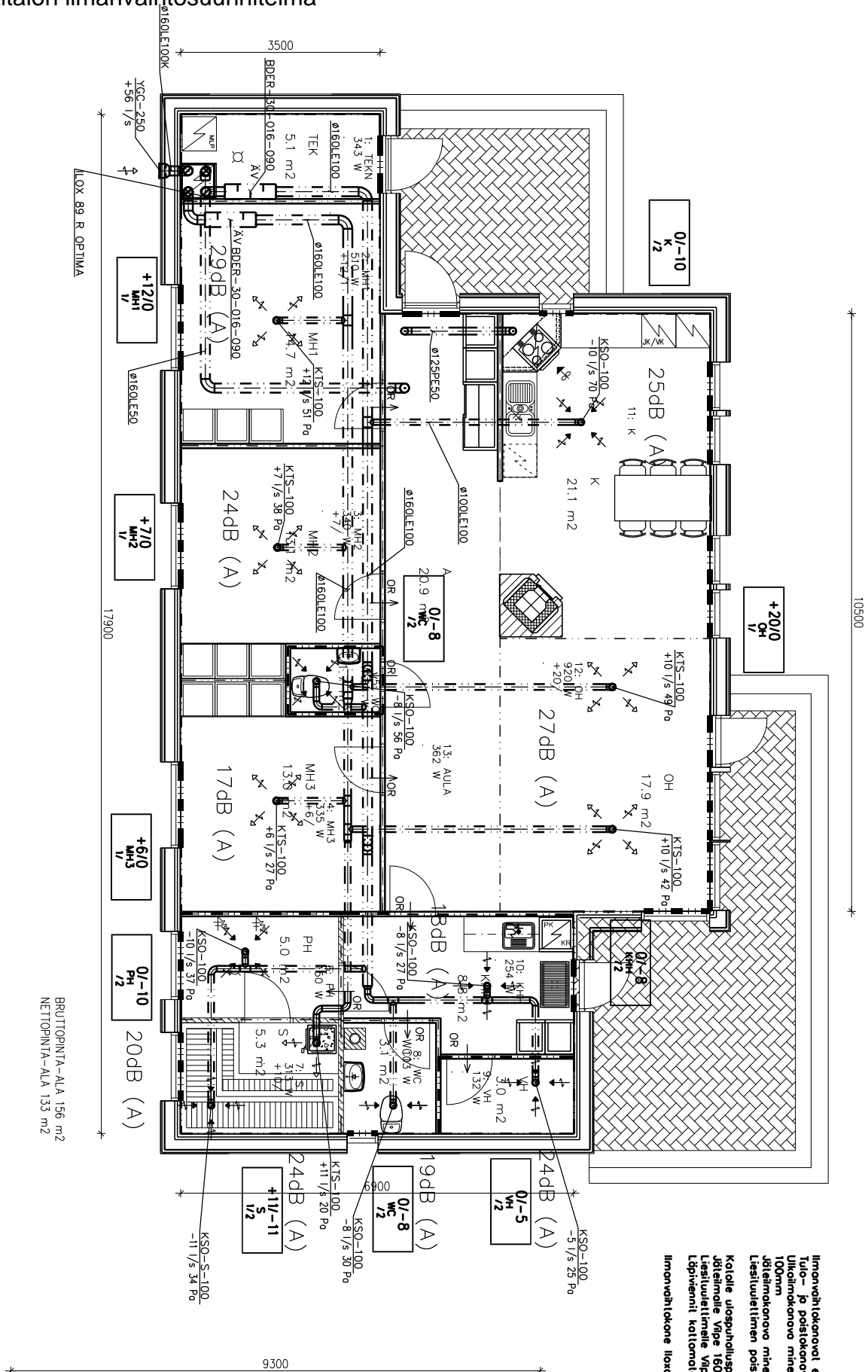




JT2 WJT2 JT PAINEHÄVIÖ 4 kPa JT VIRTAUS 2.12 l/min																
LÄHTÖ HUONE	PAINEH. kPa	VIRT. l/min	Kv	Es	AS.VÄLI mm	PUTKI	SYV. mm	PIT. m	LATTIARAKENNE	MENO °C	JÄÄHT. °C	TEHO W/m²	EI ASEN. m²	LATTIA °C	SLÄMPÖ °C	TEHO W
1 S_PH	3.86	1.15	2.25	4	150	Warmio/16	40	70	Klinkkeri 10 mm, loosti 2 mm	37	7.1	54	0.6	28.6/28.1	23	571
2 KHH_VH_WC	3.51	0.97	0.87	1.5	150	Warmio/16	40	85	Klinkkeri 10 mm, loosti 2 mm	37	9.2	46/37	0.4	27.9/27.2	23	619

JT1 WJ18 JT PAINEHÄVIÖ 11.7 kPa JT VIRTAUS 10.65 l/min																
LÄHTÖ HUONE	PAINEH. kPa	VIRT. l/min	Kv	Es	AS.VÄLI mm	PUTKI	SYV. mm	PIT. m	LATTARAKENNE	MENO °C	JÄÄHT. °C	TEHO W/m ²	EI ASEN. m ²	LATTIA °C	SLÄMPÖ °C	TEHO W
1 1:TEKN	2.15	1.13	0.22	0.5	150/4	225 Warmio/16	40	40	Klinkkeri 10 mm, loosti 2 mm	37	5.8	69/56	0	28/26.9	21	459
2 2:MH1	3.01	0.97	0.2	0.5	150/4	225 Warmio/16	40	73	Laminootti 8 mm	37	8.6	44/36	0	25.5/24.7	21	580
3 12:OH_1	11.26	2.42	2.25	4	150	Warmio/16	40	58	Laminootti 8 mm	37	3	56	0	26.7/26.4	21	500
4 12:OH_2	10.62	1.82	1.06	1.75	150	150 Warmio/16	40	89	Laminootti 8 mm	37	5.5	51/51	0	26.2/25.9	21	690
5 11:K	11.36	1.42	1.51	2.5	150	225 Warmio/16	40	145	Laminootti 8 mm	37	9.5	41/34	0	25.3/25	21	929
6 3:MH2	2.43	0.97	0.19	0.5	150/4	300 Warmio/16	40	59	Laminootti 8 mm	37	7.9	45/32	0	25.7/24.3	21	535
7 4:MH3	3.3	0.97	0.2	0.5	150/4	300 Warmio/16	40	80	Laminootti 8 mm	37	9.7	41/29	0	25.3/24	21	651
8 AULA_WC	2.64	0.97	0.19	0.5	150	300 Warmio/16	40	64	Laminootti 8 mm	37	7.5	38/27	0	27/25.8	23	504

WJ14 JT PAINEHÄVIÖ 6.4 kPa JT VIRTAUS 6.02 l/min																	
LÄHTÖ HUONE	PAINEH. kPa	VIRT. l/min	Kv	Es	AS.VÄLI mm	PUTKI	SYV. mm	PIT. m	LATTIARAKENNE	MENO °C	JÄÄHT. °C	TEHO W/m²	EI ASEN. m²	LATTIA °C	SLÄMPÖ °C	TEHO W	
1 TSTO_WC	6.18	1.83	2.25	4	150	300	Warmia/16	40	51	Klinkkeri 10 mm, loosti 2 mm	31	3	45/30	0	25.8/24.7	21	380
2 16:HALL_1	2.54	1.47	0.45	1	150	Warmia/20	40	118	Klinkkeri 10 mm, loosti 2 mm	31	10	57	0	20.9/20.4	15	1018	
3 16:HALL_2	3.21	1.4	0.47	1	300	Warmia/20	40	161	Klinkkeri 10 mm, loosti 2 mm	31	13.5	27	0	18.7/17.7	15	1315	
4 16:HALL_3	2.77	1.32	0.41	0.75	300	Warmia/20	40	154	Klinkkeri 10 mm, loosti 2 mm	31	13.6	27	0	18.7/17.7	15	1240	



Ilmavehiklone eristeillä yllöso passu
Tulo- ja polttoainon mineraalivilla 100mm
Ulkokimokanovu mineraalivilla kondensateristeillä
100mm
Jäähdytyskanovu mineraalivilla 50mm
Lästivälitien poltto villa 50mm

Katolle ulospuhulinspaukkel
Jäähdytine villa 160P ER/700
Lästivälitien villa 125P ER/700
Lopierienit katolmateriaalin mukoon

Ilmavehiklone luoxtir 89 R Optimo